

Communications system and methods employing selective recursive decoding

Patent number: JP2001516175T

Publication date: 2001-09-25

Inventor:

Applicant:

Classification:

- **international:** H03M13/35; H04L1/00; H03M13/00; H04L1/00; (IPC1-7): H04L1/00; H03M13/29

- **europen:** H03M13/35; H04L1/00B5M; H04L1/00B5T

Application number: JP20000510241T 19980813

Priority number(s): US19970911149 19970814; WO1998US16731
19980813

Also published as:

WO9909696 (A1)

EP1004181 (A1)

US6192503 (B1)

CA2299317 (A1)

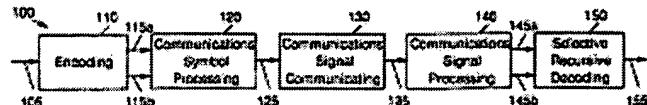
EP1004181 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2001516175T

Abstract of corresponding document: **US6192503**

A source sequence of symbols is communicated over a communications medium by encoding the source sequence according to respective first and second error correction codes to produce respective first and second encoded sequences of symbols. The first and second encoded sequences are processed to produce a communications signal, which is then communicated over the communications medium. The communicated communications signal is processed to produce first and second received sequences of symbols corresponding to the first and second encoded sequences, respectively. The first and second received sequences are selectively recursively decoded according to the associated error correction codes augmented by previous estimates of a symbol of the source sequence to repeatedly produce revised estimates of the symbol until an estimate satisfying a predetermined reliability criteria is obtained.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 告 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-516175

(P2001-516175A)

(43)公表日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(51) Int.Cl.
H 04 L 1/00
H 03 M 13/29

識別記号

F I
H 0 4 L 1/00
H 0 3 M 13/29

テ-マコ-ト⁺ (参考)
B 5 J 0 6 5
5 K 0 1 4

審查請求 未請求 予備審查請求 有 (全 63 頁)

(21)出願番号	特願2000-510241(P2000-510241)
(86) (22)出願日	平成10年8月13日(1998.8.13)
(85)翻訳文提出日	平成12年2月14日(2000.2.14)
(86)国際出願番号	PCT/US98/16731
(87)国際公開番号	WO99/09696
(87)国際公開日	平成11年2月25日(1999.2.25)
(31)優先権主張番号	08/911, 149
(32)優先日	平成9年8月14日(1997.8.14)
(33)優先権主張国	米国(US)

(71)出願人 エリクソン インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国27709 ノースカロライナ
 州、リサーチ トライアングル パーク、
 ピー. オー. ボックス 13969, ディ ベ
 ラップメント ドライブ 7001, パテント
 ディバートメント

(72)発明者 チェンナケシュ、サンディープ
 アメリカ合衆国 ノースカロライナ、ケイ
 リイ、グレン アベイ ドライブ 311

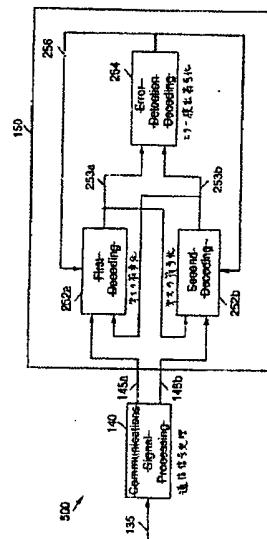
(74)代理人 弁理士 浅村 真（外3名）

最終頁に統ぐ

(54) [発明の名称] 通信システム、通信信号復号装置およびシンボルのソースシーケンス通信方法

(57) 【要約】

シンボルのソースシーケンスがソースシーケンスを第1および第2の各エラー修正コードに従って符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生することにより通信媒体を介して伝達される。第1および第2の符号化シーケンスは処理されて通信信号を発生し、それは通信媒体を介して伝達される。伝達された通信信号は処理されて第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスが発生される。第1および第2の受信シーケンスはソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された関連するエラー修正コードに従って選択的に反復復号され、所定の信頼度基準を満たす推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する。第1および第2の受信シーケンスは第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するバスメトリックを発生する、第1の推定値に関連するバスメトリックの所定の閾値が所定の範囲外であれば第2の受信シーケンスを復号して第1のシンボルの第2の推定値を発生することにより選択的に反



【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信システムであつて、

第1および第2の各エラー修正コードに従つてソースシーケンスを符号化してシンボルのそれぞれ第1および第2の符号化シーケンスを発生する符号化手段と

、前記符号化手段に応答して、第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号を発生する通信シンボル処理手段と、

前記通信シンボル処理手段に応答して、通信信号を通信媒体を介して伝達する通信信号通信手段と、

前記通信信号通信手段に応答して、伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生する通信信号処理手段と、

前記通信信号処理手段に応答して、ソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された前記第1および第2の各コードに従つて第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号し所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する選択反復復号手段と、

を含む通信システム。

【請求項2】 請求項1記載のシステムであつて、

前記符号化手段は、

前記第1のエラー修正コードに従つてソースシーケンスを符号化して第1の符号化シーケンスを発生する第1の符号化手段と、

前記第2のエラー修正コードに従つてソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生する第2の符号化手段とを含み、

前記通信シンボル処理手段は、

前記第1および第2の符号化手段に応答して、第1および第2の符号化シーケンスを多重化してシンボルの多重化シーケンスを発生する多重化手段と、

前記多重化手段に応答して多重化シーケンスを処理して通信信号を発生する手段と、

を含むシステム。

【請求項3】 請求項2記載のシステムであって、前記符号化手段はさらにソースシーケンスをインターリーピングしてインターリープしたソースシーケンスを発生するインターリーピング手段を含み、前記第1および第2の符号化手段の一方は前記符号化手段に応答してインターリープしたソースシーケンスを符号化するシステム。

【請求項4】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は

、第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するパスメトリックを発生する手段と、

前記最尤復号手段に応答して、第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値に関連するパスメトリックの所定の閾値が所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、

を含むシステム。

【請求項5】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は

、第1の受信シーケンスを最大事後(MA)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生する手段と、

前記MAP復号手段に応答して、第2の受信シーケンスを復号して第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、

を含むシステム。

【請求項6】 請求項1記載のシステムであって、さらに、関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生する手段を含み、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生するシステム。

【請求項7】 請求項6記載のシステムであって、前記第2群のシンボルは前記第1群のシンボルにより表現される情報よりも重要な情報を表現するシステム。

【請求項 8】 請求項 7 記載のシステムであって、前記ソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第 2 群のシンボルは第 1 群のシンボル内に含まれるシンボルよりも上位のシンボルを含むシステム。

【請求項 9】 請求項 1 記載のシステムであって、さらに、エラー検出コードに従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段を含み、

前記符号化手段は前記第 1 および第 2 のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第 1 および第 2 の符号化シーケンスを発生する手段を含み、

前記選択反復復号手段は、

前記第 1 のエラー修正コードに従って第 1 の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する手段と、

エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する手段と、を含むシステム。

【請求項 10】 請求項 9 記載のシステムであって、エラー検出コードは冗長

巡回コード (CRC) を含むシステム。

【請求項 11】 請求項 1 記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は好ましい信号特性を有する 1 つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含むシステム。

【請求項 12】 請求項 1 記載のシステムであって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定する手段を含むシステム。

【請求項 13】 請求項 11 記載のシステムであって、好ましい信号特性を有する 1 つの受信シーケンスを最初に復号する前記手段はより高い信号強度を有する最初の受信シーケンスを最初に復号する手段を含むシステム。

【請求項 14】 請求項 13 記載のシステムであって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号強度を決定する手段を含むシステム。

【請求項 15】 請求項 1 記載のシステムであって、前記選択反復復号手段

は、

第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する手段と、

ソースシーケンスのシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してシンボルの第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第2の推定値を発生し、シンボルの第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合には所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する手段と、

を含むシステム。

【請求項16】 請求項15記載のシステムであって、前記第1の所定の信頼度基準は前記第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表すシステム。

【請求項17】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を復号してソースシーケンスのシンボルの推定値の信頼度を示すソフト出力を発生するソフト出力復号手段を含むシステム。

【請求項18】 請求項17記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は、前記通信信号処理手段に応答して第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号する第1のソフト出力復号手段と、

前記通信信号処理手段に応答して第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する第2のソフト出力復号手段と、を含み、

前記第1のソフト出力復号手段は前記第2のソフト出力復号手段に応答して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するソフト出力により拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2のソフト出力復号手段は前記第1のソフト出力復号手段に応答して、前記第1のソフト出力復号手段から発生するソフト出力により拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満た

さない場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生するシステム

【請求項19】 請求項1記載のシステムであって、さらにエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段を含み、

前記符号化手段は第1および第2のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第1および第2の符号化シーケンスを発生する手段を含み、

前記選択反復復号手段は、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第1の復号手段と、

前記通信信号処理手段に応答して、第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第2の復号手段と、

前記第1および第2の復号手段に応答して前記第1の復号手段もしくは前記第2の復号手段から発生される推定値を復号してその信頼度メトリックを発生するエラー検出復号手段と、を含み、

前記第1の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して、前記第2の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して、前記第1の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の

推定値を発生するシステム。

【請求項20】 多重化されて通信信号を発生する第1および第2の各符号化シーケンスを発生する第1および第2の各エラー修正コードへ符号化されるソースシーケンスを表す通信信号の復号装置であって、該装置は、

伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生する通信信号処理手段と、

前記通信信号処理手段に応答して、ソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された第1および第2の各コードに従って第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号して、所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する選択反復復号手段と、

を含む装置。

【請求項21】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するパスマトリックを発生する手段と、

前記最尤復号手段に応答して、第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値に関連するパスマトリックの所定の閾数が所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、

を含む装置。

【請求項22】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、第1の受信シーケンスを最大事後(MA)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生する手段と、

前記MAP復号に応答して、第2の受信シーケンスをMAP復号してMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、を含む装置。

【請求項23】 請求項20記載の装置であって、さらに関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復

号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生する手段を含み、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生する手段を含む装置。

【請求項24】 請求項23記載の装置であって、前記第2群のシンボルは前記第1群のシンボルが表す情報よりも重要な情報を表す装置。

【請求項25】 請求項24記載の装置であって、前記のソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第2群のシンボルは第1群のシンボルに含まれるシンボルよりも重要なシンボルを含む装置

。 【請求項26】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、 第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する手段と、

エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する手段と、を含む装置。

【請求項27】 請求項26記載の装置であって、エラー検出コードは冗長巡回コード(CRC)を含む装置。

【請求項28】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含む装置。

【請求項29】 請求項28記載の装置であって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定する手段を含む装置。

【請求項30】 請求項28記載の装置であって、好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段はより高い信号強度を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含む装置。

【請求項31】 請求項30記載の装置であって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号強度を決定する手段を含む装置。

【請求項32】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、

第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する手段と、

ソースシーケンスのシンボルの推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値が第1の所定の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第2の推定値を発生し、かつ所定の基準により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してシンボルの第1の推定値が第2の所定の信頼度基準を満たす場合には第2の推定値を発生する手段と、

を含む装置。

【請求項33】 請求項32記載の装置であって、前記第1の所定の信頼度基準は前記第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表す装置。

【請求項34】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を示すソフト出力を発生するソフト出力復号手段を含む装置

。

【請求項35】 請求項34記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

前記通信信号処理手段に応答して、第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号する第1のソフト出力復号手段と、

前記通信信号処理手段に応答して、第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する第2のソフト出力復号手段と、を含み、

前記第1のソフト出力復号手段は前記第2のソフト出力復号手段に応答して、そこから発生されるソフト出力により拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して前記第2のソフト出力復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2のソフト出力復号手段は前記第1のソフト出力復号手段に応答して、そこから発生されるソフト出力により拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して前記第2のソフト出力復号手段から発生

されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生する装置。

【請求項36】 請求項20記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、前記通信信号処理手段に応答して、前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第1の復号手段と、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第2の復号手段と、

前記第1および第2の復号手段に応答して、前記第1の復号手段もしくは前記第2の復号手段から発生される推定値を復号してその信頼度メトリックを発生するエラー検出復号手段と、を含み、

前記第1の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して前記第2の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して前記第1の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生する装置。

【請求項37】 シンボルのソースシーケンスを通信媒体を介して伝達する方法であって、該方法は、

第1および第2の各エラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生するステップと、

第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号を発生するステップと

通信信号を通信媒体を介して伝達するステップと、

伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生するステップと、

ソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号して所定の信頼度基準を満たす推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生するステップと、

を含む方法。

【請求項38】 請求項37記載の方法であって、

前記符号化ステップは、

第1のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第1の符号化シーケンスを発生するステップと、

第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生するステップと、を含み、

第1および第2の符号化シーケンスを処理する前記ステップは、

第1および第2の符号化シーケンスを多重化してシンボルの多重化シーケンスを発生するステップと、

多重化シーケンスを処理して通信信号を発生するステップと、を含む方法。

【請求項39】 請求項38記載の方法であって、ソースシーケンスをインターリーピングしてインターリープしたソースシーケンスを発生するステップが第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化する前記ステップに先行し、第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化する前記ステップはインターリープしたソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生するステップを含む方法。

【請求項40】 請求項37記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推

定値および関連するパスマトリックを発生するステップと、

第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値に関連するパスマトリックの所定の閾数が所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生するステップと、

を含む方法。

【請求項4 1】 請求項3 7記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを最大事後(MA)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生するステップと、

第2の受信シーケンスを復号して第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生するステップと、

を含む方法。

【請求項4 2】 請求項3 7記載の方法であって、さらに関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生するステップを含み、選択的に反復復号する前記ステップは第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生する方法。

【請求項4 3】 請求項4 2記載の方法であって、前記第2群のシンボルは第1群のシンボルにより表される情報よりも重要な情報を表す方法。

【請求項4 4】 請求項4 3記載の方法であって、前記ソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第2群のシンボルは第1群のシンボルに含まれるシンボルよりも重要なシンボルを含む方法。

【請求項4 5】 請求項3 7記載の方法であって、エラー検出コードに従ってソースシーケンスを符号化するステップが前記符号化ステップに先行し、

選択的に反復復号する前記ステップは、

第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシ

一ケンスのシンボルの推定値を発生するステップと、
エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生するステップと、を含む方法。

【請求項46】 請求項45記載の方法であって、エラー検出コードは冗長巡回コード（CRC）を含む方法。

【請求項47】 請求項37記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生するステップと、

第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号し、第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合には所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号するステップと、

を含む方法。

【請求項48】 請求項47記載の方法であって、第1の所定の信頼度基準は第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表す方法。

【請求項49】 シンボルのソースシーケンスを通信媒体を介して伝達する方法であって、該方法は、

第1および第2の各エラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生するステップと、

第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号を発生するステップと

通信信号を通信媒体を介して伝達するステップと、

伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生するステップと、

第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスの第1のシンボルの第1の推定値を発生するステップと、

第1のシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従

って第2の受信シーケンスを復号して、第1のシンボルの第1の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合には第1のシンボルの修正推定値を発生するステップと、
を含む方法。

【請求項50】 請求項49記載の方法であって、第1の受信シーケンスを復号する前記ステップには関連するエラー修正コードに従つて受信シーケンスの1つを復号して、第1のシンボルの第1の推定値が所定の信頼度基準を満たす場合にはソースシーケンスの第2のシンボルの第1の推定値を発生するステップを含む方法。

【請求項51】 請求項49記載の方法であって、第1および第2の受信シーケンスは信号特性を有し、第1の受信シーケンスは好ましい信号特性を有する方法。

【請求項52】 請求項51記載の方法であって、第1および第2の各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定するステップが第1の受信シーケンスの復号ステップに先行する方法。

【請求項53】 請求項51記載の方法であって、前記第1の受信シーケンスは第2の受信シーケンスよりも高い信号強度を有する方法。

【請求項54】 請求項52記載の方法であって、第1および第2の各受信シーケンスについてそれぞれ信号強度を決定するステップが第1の受信シーケンスを復号する前記ステップに先行する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の分野)

本発明は通信システムに関し、特にエラー修正を利用する通信システムおよび方法に関する。

【0002】

(発明の背景)

典型的な通信システムでは、情報はそれを表す通信信号の形でセンダから伝送される。通信信号は典型的に無線、光ファイバ、同軸ケーブルもしくは類似リンク等の通信媒体を介して受信ユニットへ伝達され、それらは通信信号のノイズ、遅延、および歪み等の妨害を導入することがある。これらの妨害により受信ユニットにおいて通信信号から元の情報を回復する時にエラーが誘起されることがある。

【0003】

この問題を克服するための従来の反応には、元の情報を回復できる確率を高めるために伝送した通信信号の電力レベルを増すことが含まれている。しかしながら、送信機電力を増す能力は送信機エレクトロニクスの電力限界、ピーク信号電力レベルに対する規制および、例えば、移動無線電話機や衛星等の装置における給電限界等の伝送に利用できる電力の制約により制限されることがある。

【0004】

エラー制御符号化技術を使用して通信信号に冗長性を導入することができる。ブロックもしくは疊込み符号等の符号で供給される冗長シンボルは符号語セットの語間をさらに“分離”することができ、したがって、ノイズの多い通信チャネルを介して一群のシンボルを受信する受信機は、典型的には符号語セットのどのメンバーが受信したシンボル群に最も類似しているかを決定することにより、符号語セットの語をいつそう容易に区別することができる。

【0005】

多くのエラー制御コードが、例えば、個別のシンボルにランダム分散式に影響を及ぼすエラー等のランダムエラーを修正するのに有効であり、他のエラー制御

コードは、例えば、いくつかの連続シンボルにわたって持続するエラー等のいわゆる“バースト”エラーを補償するのに有効である。バーストエラーを補償するために、多くのシステムがストリーム内でシンボルを再順序付けするインターリービングを利用しており、例えば、マトリクス内にシンボルストリームをロー単位で格納し格納されたシンボルをカラム単位で検索するデバイスを使用してバーストエラーがよりランダムに分散されるようにしたり、デバイスから検索されたシーケンスがオリジナル入力シーケンスの再順序付けを表したりするようにされる。ペルー等の米国特許第5, 446, 747号に記載されているように、ランダムおよびバーストエラーと戦うために、システムはランダムエラー修正符号化とインターリービング、例えば、2進疊込みコードとインターリーバのカスケード、もしくはいわゆる“ターボコーディング”方式を利用することができます。典型的に、ターボコーディング方式はソースデータストリームを符号化する第1のコードおよびソースデータストリームのインターリーブしたバージョンを符号化する第2のコードを利用して第1および第2の符号化したストリームを発生し、それは多重化されチャネルを介して伝達される。典型的に、受信データストリームは第1および第2のコードを利用する第1および第2のデコーダによりデマルチブレクされデコードされ、適切なインターリービングおよびデインターリービングにより、一方のデコーダの出力は他方のデコーダがデマルチブレクスしたシーケンスを反復デコードするのを助けるために使用される。

【0006】

ターボコーディング等の技術はチャネルを介して伝達される情報のエラーレートを低減するのに一般的に有効ではあるが、従来の復号方式はさまざまなチャネル条件の元で受信情報を最適に復号しないことがある。ターボコーディングは電力効率を改善することができるが、有利なチャネル条件の元では不要であってしかも電力を不必要に消費する多数の計算を伴うことがある。

【0007】

(発明の概要)

前記したことから、並列符号化ソースシーケンスを表す通信信号をより効率的に復号する通信システムおよび方法を提供することが本発明の目的である。

【0008】

この目的および他の目的特徴および利点は本発明に従って、並列符号化ソースシーケンスを表す通信信号が選択的に反復復号されてシンボルの各修正推定値に関連する提供される。好ましくは、通信信号は処理されてそれを発生するのに使用各信頼度に基づいてソースシーケンス内のシンボルの推定値を発生する通信システムおよび方法によりされる第1および第2のエラー修正コードに対応する第1および第2のシーケンスが発生され、次に受信シーケンスが第1および第2のソフト出力デコーダにより復号される。各ソフト出力デコーダにおいて、シーケンスは他方のデコーダから発生された前の推定値により拡張された対応するエラー修正コードに従って復号される。好ましくは、第1および第2のソフト出力デコーダの一方は第1および第2の受信シーケンスに関連する信号特性、例えば、信号強度に基づいて最初にシンボルを推定するように選択される。ソースシーケンスの選択したシンボルすなわちビット群、例えば、より下位のシンボルすなわちビット群は非反復デコードすることができ、別のシンボルすなわちビット群、例えば、より上位のシンボルすなわちビット群は選択的に反復復号することができる。したがって、並列符号化信号を復号する効率的技術が提供される。

【0009】

特に、本発明に従って、通信システムは第1および第2の各エラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生する符号化手段を含む。通信シンボル処理手段が符号化手段に応答して第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号を発生する。通信信号通信手段が通信シンボル処理手段に応答して通信信号を通信媒体を介して伝達し、通信信号処理手段が通信信号通信手段に応答して伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生する。選択反復復号手段が通信信号処理手段に応答してソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された第1および第2の各コードに従って第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号し、所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する。

【0010】

符号化手段は第1のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第1の符号化シーケンスを発生する第1の符号化手段、および第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生する第2の符号化手段を含むことができる。通信シンボル処理手段は第1および第2の符号化手段に応答して第1および第2の符号化シーケンスを多重化してシンボルの多重化シーケンスを発生する多重化手段を含むことができる。多重化手段に応答して多重化シーケンスを処理して通信信号を発生する手段を設けることができる。1つの特徴に従って、符号化手段はさらにソースシーケンスをインターリーピングしてインターリープしたソースシーケンスを作り出すインターリーピング手段を含み、第1および第2の符号化手段の一方は符号化手段に応答してインターリープしたソースシーケンスを符号化する。

【0011】

1実施例では、選択反復復号手段は通信信号処理手段に応答して第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号する第1のソフト出力復号手段、および通信信号処理手段に応答して第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する第2のソフト出力復号手段を含む。第1のソフト出力復号手段は第2のソフト出力復号手段に応答してそれにより発生されるソフト出力により拡張された第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号し、第2のソフト出力復号手段により発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する。第2のソフト出力復号手段は第1のソフト出力復号手段に応答してそれにより発生されるソフト出力により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号し、第2のソフト出力復号手段により発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生する。

【0012】

別の実施例では、システムはエラー検出コードに従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段を含み、

符号化手段は第1および第2のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第1および第2の符号化シーケンスを発生する手段を含む。選択反復復号手段は通信信号処理手段に応答して第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第1の復号手段と、通信信号処理手段に応答して第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第2の復号手段と、第1および第2の復号手段に応答して第1の復号手段もしくは第2の復号手段により発生される推定値を復号して推定値に対する信頼度メトリックを発生するエラー検出復号手段を含む。第1の復号手段はエラー検出復号手段に応答してそれにより発生される信頼度メトリックにより拡張された第1のエラー検出コードに従って第1の受信シーケンスを復号し、第2の復号手段により発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことをエラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する。第2の復号手段はエラー検出復号手段に応答してそれにより発生される信頼度メトリックにより拡張された第2のエラー検出コードに従って第2の受信シーケンスを復号し、第1の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことをエラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生する。

【0013】

本発明の別の特徴に従って、選択反復復号手段は第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値およびそれに関連するパスメトリックを発生する手段を含むことができる。最尤復号手段に応答して第2の受信シーケンスを復号し、第1の推定値に関連するパスメトリックの所定の閾数が所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段が設けられる。別の特徴にしたがって、選択反復復号手段は第1の受信シーケンスを最大事後(MAP)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生する手段、およびMAP復号手段に応答して第2の受信シーケンスを復号し、第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所

定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段を含む。

【0014】

本システムはさらに関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生する手段を含むことができる。選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生する手段を含むことができる。第2群のシンボルは第1群のシンボルにより表現される情報よりも重要な情報を表現することができ、例えば、第2群のシンボルは第1群のシンボル内に含まれるシンボルよりも重要性の高いシンボルを含むことができる。重要性の低いシンボルを非反復復号することにより、より少ない計算で復号を達成することができる。

【0015】

本システムはエラー検出コード、例えば、巡回冗長コード（C R C）に従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段を含むことができ、符号化手段は第1および第2のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第1および第2の符号化シーケンスを発生する手段を含むことができる。選択反復復号手段は第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する手段、およびエラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する手段を含むことができる。

【0016】

別の特徴にしたがって、選択反復復号手段はそれに関連する好ましい信号特性、例えば、高い信号強度を有する受信シーケンスの1つを最初に復号する手段を含む。各受信シーケンスに対するそれぞれの信号特性を決定する手段も設けることができる。選択反復復号手段はまた第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する手段も含むことができ、第1の推定値はそれに関連する信頼度を有し、さらにソースシーケンスのシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してシンボルの第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合にシンボ

ルの第2の推定値を発生し、シンボルの第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合に所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する手段を含むこともできる。第1の所定の信頼度基準は第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表すことができる。

【0017】

本方法の特徴にしたがって、第1および第2の各エラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生することにより、通信媒体を介してシンボルのソースシーケンスが伝達される。第1および第2の符号化シーケンスは処理されて通信信号が発生され、それは次に通信媒体を介して伝達される。伝達された通信信号は処理されて第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスが発生される。第1および第2の受信シーケンスはソースシーケンスのシンボルの前の推定値により拡張された関連するエラー修正コードに従って選択的に反復復号され、所定の信頼度基準を満たす推定値が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する。

【0018】

第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するパスマトリックを発生し、第1の推定値に関連するパスマトリックの所定の閾値が所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生することにより第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号することができる。同様に、第1の受信シーケンスを最大事後（MAP）復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生し、第2の受信シーケンスを復号して第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生することにより受信シーケンスを選択的に復号することができる。本方法の別の特徴に従って、第1および第2のエラー修正コードに従ったソースシーケンスの符号化に先行してエラー検出コード、例えば、CRCに従ってソースシーケンスを符号化することができ、選択反復復号は第1のエラー検出コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生し、次にエラ

一検出コードに従って推定値を復号して推定値に対する信頼度メトリックを発生することを含むことができる。第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生することができ、次に第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合はシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号することができ、第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合は所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って復号することができる。第1の所定の信頼度基準は好ましくは第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表す。

【0019】

(好ましい実施例の詳細な説明)

次に本発明の実施例を示す添付図に関して本発明を詳細に説明する。しかしながら、本発明は多くの異なる形式で実現することができ、ここに記載する実施例に限定はされず、これらの実施例は本開示を完璧なものとし、当業者に本発明の範囲を完全に伝えるためのものである。図面全体にわたって同じ番号は同じ要素を示す。

【0020】

図1に本発明に従った通信システム100を示す。通信システム100は第1および第2の各エラー修正コードに従ってシンボル105のソースシーケンスを符号化して第1および第2の各符号化シーケンス115a, 115bを発生する符号化手段110を含む。第1および第2の符号化シーケンス115a, 115bは通信シンボル処理手段120により処理されて通信信号125を発生しそれは通信信号通信手段130により通信媒体を介して伝達される。伝達された通信信号135は通信信号処理手段140により処理されて第1および第2の符号化シーケンス115a, 115bに対応する第1および第2の受信シーケンス145a, 145bを発生する。ソースシーケンスのシンボル150の推定値155を作り出すために、選択反復復号手段150はシンボルの前の推定値により拡張された第1および第2の各エラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンス145a, 145bを反復復号して、所定の信頼度基準を満たすシンボル、例えば、所定範囲内の関連する信頼度メトリックを有するシンボル、の推定値

が得られるまでシンボルの修正推定値を繰り返し発生する。

【0021】

当業者ならば符号化手段110、通信シンボル処理手段120、通信信号通信手段130、通信信号処理手段140、および選択反復復号手段150はさまざまなハードウェア、ソフトウェアもしくはその組合せを使用して実現できることがお判りであろう。例えば、符号化手段110はコンピュータ、マイクロプロセッサもしくは他のデータ処理装置で実行されるソフトウェア、デジタル信号処理(DSP)チップ等の特殊目的ハードウェアで実行されるハードウェア、もしくはその組合せを使用して実現することができる。通信シンボル処理手段120はマルチプレクサ、インターリーバ、デジタル/アナログコンバータ(D/A)、変調器、等の広く使用される通信要素を含むことができる。符号化手段110および通信シンボル処理手段120の機能は、例えば、特定用途集積回路(ASIC)等の特殊目的ハードウェアおよび/もしくはソフトウェア内に一体化したり、さまざまな要素間に分散させたりすることができる。通信信号通信手段130は無線リンク、ファイバ光リンク、同軸ケーブル等の使用する通信媒体に適切な増幅器、アンテナ、受信機、等の広く使用されている要素で実現することができる。当業者ならばこれらの要素の動作は既知であり、ここでは詳細に説明しない。

【0022】

好ましい実施例に従って、符号化手段110および通信シンボル処理手段120はソースシーケンス105の個別符号化バージョンの組合せを表す通信信号125を発生する並列符号化機能を実施する。図2に関して、符号化手段110は第1のエラー修正コードに従ってソースシーケンス105を符号化する符号化手段112を含む。好ましくはインターリーピング手段114でインターリーピングした後で、第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンス105を符号化する第2の符号化手段116も設けられる。こうして作り出される第1および第2の符号化シーケンス115a、115bは多重化手段122により多重化され処理手段124で処理されて通信信号125を発生する。前記したように、符号化手段110および通信シンボル処理手段120のこれらの要素は特殊もしくは

汎用データプロセッサで実行される特殊目的ハードウェア、ソフトウェア、もしくはその組合せを使用して実現することができる。

【0023】

伝達された通信信号135は選択反復復号方式を使用して復号される。図3に示す1実施例では、通信媒体および／もしくは通信信号通信手段130により導入されるノイズ、フェージングその他の妨害に曝される一般的に通信信号125に対応する伝達された通信信号135は通信信号処理手段140で処理される。特に、伝達信号135は好ましくは処理手段142、例えば、整合フィルタおよび関連するサンプラー、で処理されてシンボルシーケンスを発生しそれは次に、好ましくは通信シンボル処理手段120内で使用される多重化シーケンスに従つて、多重化手段144内で多重化されて第1および第2の符号化シーケンス115a, 115bに対応する第1および第2の受信シーケンス145a, 145bを発生する。

【0024】

図3に示す符号化通信信号を復号する装置300の実施例では、選択反復復号手段150は第1および第2の各エラー修正コードに従つてそれぞれ第1および第2の受信シーケンス145a, 145bを復号する第1および第2のソフト出力復号手段152a, 152bを含む。第1および第2の各ソフト出力復号手段152a, 152bはそれが発生するシンボル推定値の信頼度を示すソフト出力153a, 153bを発生する。ソフト出力復号手段152a, 152bからのソフト出力153a, 153bは他方の復号手段152a, 152bへ帰還されて第1および第2の受信シーケンス145a, 145bの復号を拡張するのに使用される。

【0025】

当業者ならば第1および第2のソフト出力復号手段152a, 152bはいくつかの異なる復号技術やアルゴリズムを利用できることがお判りであろう。例えば、第1および第2のソフト出力復号手段152a, 152bは本発明の譲受人が譲り受けたハッサン等の米国特許出願第08/699, 101号に記載されているタイプのソフト出力デコーダを利用することができる。そこに記載されてい

るデコーダでは、復号されるシンボルに対する最大事後（MAP）推定値が発生され、次にシンボル内の各ビット位置に対するソフト情報値が発生され、ソフト情報出力は特定の2進値を有する特定のビットの相対確率の表示を与える。本発明で使用できるソフト情報出力を発生する他種のデコーダには、例えば、バール等の“Optimal decoding of linear codes for minimizing symbol error rate”に記載されているシンボル推定量やパスメトリクスを発生するソフト出力ビタビアルゴリズム（SOVA）を利用する最尤シーケンス推定量が含まれ、その機能は推定量により発生されるシンボルに対する信頼度を表示するに使用することができる。当業者ならば、例えば、図2の実施例のように並列符号化と共にインターリーピングを利用するシステムに対しては、第1および第2のソフト出力復号手段152a, 152bはシンボル推定量の適切な再順序付けを行うのに必要な適切なインターリーピング、デインターリーピング、遅延その他の要素を含むことができることもお判りであろう。しかしながら、当業者ならば同様なインターリーピング、デインターリーピング、遅延等を必要としない他の並列符号化方式を本発明で使用できる、例えば、本発明の譲受人が譲り受けたハッサン等の同時出願米国特許出願“Communications Systems and Methods Employing Parallel Coding Without Interleaving”に記載されている並列符号化方式を使用できることがお判りであろう。

【0026】

本発明に従った別の実施例が図4および図5に記載されている。エラー検出符号化手段102がエラー検出コード、例えば、冗長巡回コード（CRC）に従つてソースシーケンス105を符号化してエラー検出符号化シーケンス103を発生する。次に、エラー検出符号化シーケンスは符号化手段110によりさらに符号化されかつ通信シンボル処理手段120で処理されて、例えば、図2で説明した通信信号125を発生する。図5に関して、伝達された通信信号135を復号する装置500は伝達された通信信号135を処理して前記したように第1および第2の受信シーケンス145a, 145bを発生する通信信号処理手段140

を含み、次にそれらは選択反復復号手段 150 の第 1 および第 2 の各復号手段 252a, 252b で復号されてシンボル推定値 253a, 253b を発生する。第 1 および第 2 の復号手段 252a, 252b における反復復号を案内するための信頼度メトリックを発生するために、シンボル推定値 253a, 253b は図 4 のエラー検出符号化手段 102 で利用されるエラー検出コードに従ってエラー検出復号手段 254 によりさらに復号されてシンボル推定値 253a, 253b に対する信頼度メトリック 256 を発生する。第 1 および第 2 の復号手段 252a, 252b の一方が第 1 および第 2 のエラー修正コードに従ってそれぞれ第 1 および第 2 の受信シーケンス 145a, 145b を復号して、第 1 および第 2 の復号手段 252a, 252b の他方から発生された前の推定値に対して発生された信頼度メトリック 256 により拡張されたソースシーケンス 105 内のシンボルに対するシンボル推定値 253a, 253b を発生する。

【0027】

当業者ならば第 1 および第 2 の復号手段 252a, 252b はさまざまなハド判断もしくはソフト判断デコーダを利用できることがお判りであろう。エラー検出符号化、例えば、比較的単純な CRC、を使用して信頼度メトリックスを発生することにより図示する実施例はソフト判断デコーダよりも複雑ではないハド判断デコーダを利用できることがお判りであろう。しかしながら、当業者ならばソフト判断デコーダ、例えば、前記したソフト出力デコーダも図示する実施例で利用できることがお判りであろう。当業者ならば、例えば、図 4 の実施例のように並列符号化と共にインターリーピングを利用するシステムでは、第 1 および第 2 の復号手段 252a, 252b はシンボル推定値の適切な順序付けに必要な適切なインターリーピング、デインターリーピング、遅延その他の要素を内蔵できることもお判りであろう。しかしながら、当業者ならば前記した米国特許出願出願 “Communications Systems and Methods Employing Parallel Coding Without Interleaving” に記載されているように類似したインターリーピング、デインターリーピング、遅延等を必要としない他の並列符号化方式を本発明に使用できることがお判りであろう。

【0028】

図6に本発明に従った選択反復復号のさらにもう1つの実施例を示し、第1および第2の各受信シーケンス145a, 145bに対するそれぞれの信号特性165を決定する手段、例えば、第1および第2の各受信シーケンス145a, 145bに対するそれぞれの信号強度を決定する信号強度決定手段160がより効率的な復号を考慮して設けられている。特に、選択反復復号手段150は信号特性165を使用して第1および第2の復号手段152a, 152bのいずれが最初にソースシーケンス105内のシンボルの推定値を発生するかを決定することができる。例えば、より高い信号強度を有する受信シーケンス145a, 145bを選択することにより、対応する復号手段により発生されるシンボルの推定値はより高い信頼度を有することができ、所望の信頼度を有する推定値を発生するのに必要な復号反復回数を低減できる可能性がある。

【0029】

図7・図10は通信信号を処理してそれにより伝達される情報シンボルのソースシーケンスの推定値を表す情報シンボルの推定シーケンスを発生する方法および装置を示すフロー図である。当業者ならばフロー図の各ブロック、およびその組合せはさまざまな広く使用されている通信システム要素により実現できることがお判りであろう。またフロー図で説明される動作の一部はコンピュータや他の処理装置にロードされるコンピュータプログラム命令として実行することができ、したがってフロー図ブロックおよびその組合せで指定される機能を実現する手段を提供するマシンが作られることもお判りであろう。コンピュータプログラムにより操作ステップをコンピュータやデータ処理装置で実施してコンピュータインブルメンテッドプロセスを作り出し、コンピュータやデータ処理装置で実行する命令がフロー図ブロックもしくはその組合せの機能を実現するステップを提供するようにすることができる。したがって、フロー図のブロックは指定した機能を実施する手段の組合せおよび指定した機能を実施するステップの組合せをサポートする。

【0030】

図7は通信媒体を介してシンボルのソースシーケンスを伝達する動作を示す（

ブロック 700)。ソースシーケンスは第1および第2の各エラー修正コードに従って符号化されて第1および第2の各符号化シーケンスを発生する(ブロック 710)。第1および第2のシーケンスが処理されて通信信号を発生し(ブロック 720)それは通信媒体を介して伝達される(ブロック 730)。ノイズ、フェージングその他の影響により改変を受けることがある伝達された通信信号は次に処理されて第1および第2の符号化シーケンスに対応する第1および第2の受信シーケンスを発生する(ブロック 740)。第1および第2の受信シーケンスは次に反復復号されて所定の信頼度基準を満たす推定値が得られるまでソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する(ブロック 750)。

【0031】

本発明の1つの特徴に従って、第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号する動作を図8に示す(ブロック800)。最初の受信シーケンスが対応する対応するエラー修正コードに従って復号されてソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する(ブロック810)。第1の推定値が所定の信頼度基準を満たす(ブロック820)、例えば、所定範囲内のソフト出力値を有する、場合には第1の推定値を出力することができる(ブロック870)。第1の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合には、シンボルの第1の推定値により拡張されたその対応するエラーコードに従って第2の受信シーケンスが復号され、シンボルの第2の推定値を発生する(ブロック830)。当業者ならば第1の推定値の信頼度が疑問である、例えば、第1の推定値が第2の推定値を不正確に偏らせることがある所定範囲内の信頼度を有する場合には、所定の基準値により拡張されたその対応するエラーコードに従って第2の受信シーケンスを復号することにより第2の推定値を発生することができるお判りであろう。第1の推定値と同様に、第2の推定値が所定の信頼度基準を満たす場合には(ブロック840)、それを出力することができる。さもなくば、第1の受信シーケンスはシンボルの第2の推定値により拡張されたその対応するエラーコードに従って再度復号されてシンボルの新しい推定値を発生する(ブロック850)。推定値の信頼度がテストされ(ブロック860)、所定の信頼度基準を満たす推定値が発生されるまで新しい推定値が発生される。

【0032】

一方のデコーダの出力をどのように使用して第2のデコーダを拡張するかを図4および図5について説明する。体系的符号化を想定し、 x はソースシーケンス 105 の情報ビットを示し、 y は第1の符号化手段 112 により発生されるパリティビットを示し z は第2の符号化手段 116 により発生されるパリティビットを示すものとする。復号装置 500において、復調器は x , y , z に対応するシーケンス

【外1】

\hat{x} , \hat{y} , \hat{z}

を発生することができる。第1の復号手段 252a が第2の復号手段 252b からの情報で拡張された

【外2】

\hat{x} および \hat{y}

を処理し、第2の復号手段 252b が第1の復号手段 252a からの情報で拡張された

【外3】

\hat{x} および \hat{z}

を処理する。

【0033】

特に、第1の復号手段 252a は第2の復号手段 252b からの偏り情報 $L_j^{(2)}$ に加えてシーケンス

【外4】

\hat{x} および \hat{y}

を受け入れる。第1の復号手段 252a が最初に動作するときは、 $L_j^{(2)}$ を利用できないことがあり、したがって全ての j に対して値 “1” で置換することができる。 $L_j^{(2)}$ から第1の復号手段 252a は最初に次の計算を行う。

【数1】

$$q_j^{(2)}(0) = \frac{L_j^{(2)}}{(1+L_j^{(2)})}$$

および

$$q_j^{(2)}(1) = 1 - q_j^{(2)}.$$

第1の復号手段 252a は次にビット x_i に対する尤度比 $l_i^{(1)}$ を計算する。

【数2】

$$l_i^{(1)} = \frac{\sum_{x_i x_i = 0} \prod_j p(\hat{x}_j | x_j) \prod_k p(\hat{y}_k | y_k) \prod_l q_l^{(2)}(x_l)}{\sum_{x_i x_i = 1} \prod_j p(\hat{x}_j | x_j) \prod_k p(\hat{y}_k | y_k) \prod_l q_l^{(2)}(x_l)},$$

ここに、

【数3】

$$p(\hat{x}_j | x_j) \text{ および } p(\hat{y}_k | y_k)$$

はチャネルモデルによって決まる。第1の復号手段 252a の観点から、値 $l_i^{(1)}$ > 1 は $x_i = 0$ を示し値 $l_i^{(1)} \leq 1$ は $x_i = 1$ を示す。第1の復号手段 252a は“内在的”情報。

【数4】

$$M_i^{(1)} = \frac{p(\hat{x}_i | x_i = 0)}{p(\hat{x}_i | x_i = 1)},$$

および“外在的”情報

【数5】

$$L_i^{(1)} = \frac{l_i^{(1)}}{M_i^{(1)}}.$$

も計算する。

【0034】

第2の復号手段252bは同様に動作し、第1の復号手段252aからの偏り情報 $L_j^{(1)}$ だけでなくシーケンス
【外4】

\hat{x} および \hat{y} を受け入れる。第1の復号手段252aが $l_i^{(1)}$ および $L_j^{(1)}$ を計算するのと同じ方法で第2の復号手段252bは $l_i^{(2)}$ および $L_j^{(2)}$ を計算することができる。第2の復号手段252bの観点から、値 $l_i^{(2)} > 0$ は $x_i = 0$ を示し値 $l_i^{(2)} \leq 0$ は $x_i = 1$ を示す。第2の復号手段252bは外因的情 $L_i^{(2)}$ を偏り情報として第1の復号手段252aへ送る。Log-尤度、内因的および外因的情報の単調関数を前式の替わりに使用することもできる。単調関数の例は自然対数である。

【0035】

図9に示す動作のバリエーションにおいて、図8は第1および第2の受信シーケンスを復号する動作を示し（ブロック900）、復号はここでは信号強度として示す（ブロック910）各受信シーケンスに対する信号特性の決定により案内される。大きい信号強度を有する受信シーケンスが最初にその対応するエラー修正コードに従って復号されソースシーケンス内のシンボルの第1の推定値を発生する（ブロック920）。第1の推定値が所定の信頼度基準を満たす場合には（ブロック930）、推定値を出力することができる（ブロック980）。そうでなければ、第2の受信シーケンスが第1の推定値、あるいは、所定の基準値により拡張されたその対応するエラー修正コードに従って復号されてシンボルの新しい推定値を発生する（ブロック940）。第1の推定値と同様に、新しい推定値が所定の信頼度基準を満たす場合には（ブロック950）、それを出力することができる。そうでなければ、この推定値は第1の受信シーケンスからシンボルの新しい推定値を発生するのに使用され（ブロック960）、次にその信頼度がテストされて（ブロック970）さらに復号が必要であるかどうか確認される。

【0036】

当業者ならば図8および図9の動作は他のステップ、例えば、通信信号のオリジナル符号化におけるインターリーピングやインターリーピングを補償するのに

適切なデインターリーピングステップを含むことができることをお判りであろう。当業者ならば付加インターリーピング、符号化もしくは復号等の付加プロセスも本発明において実施できることがお判りであろう。

【0037】

図10はソースシーケンスの選択されたシンボルしか反復推定されない本発明の特徴を示す。実施例では、第1および第2の受信シーケンスを復号する動作（ブロック1000）は第1および第2のシーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生することを含む（ブロック1010）。例えば、第1および第2のシーケンスの一方を図6および図9について説明した信号強度基準を使用して復号して第1群からのシンボルに対する推定値を発生することができる。第1群からのシンボルは、例えば、音声その他のデータのより下位ビットを含むことができる。これらのビットについては精度は特に重要ではないため、計算上のオーバヘッドを低減するためにそれらを非反復復号することができる。第1および第2の受信シーケンスは、前記したように、選択的に反復復号して（ブロック1020）ソースシーケンスの第2群のシンボルのより正確な推定値、例えば、データストリームのより上位ビットを発生することができる。

【0038】

図面および明細書において、本発明の典型的な実施例を開示しかつ特定の用語を使用してきたが、それらは包括的かつ説明的感覚だけで使用されていて制約する目的ではなく、本発明の範囲は特許請求の範囲に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に従った通信システムを示す図。

【図2】

本発明に従った通信システムの1実施例に従った並列符号化を示す図。

【図3】

本発明に従った通信システムの1実施例に従った選択反復復号を示す図。

【図4】

本発明に従った通信システムのもう1つの実施例に従ったエラー検出付き並列符号化を示す図。

【図5】

本発明に従った通信システムのもう1つの実施例に従った選択反復復号を示す図。

【図6】

本発明に従った通信システムのもう1つの実施例に従った選択反復復号を示す図。

【図7】

本発明に従った通信媒体を介してソースシーケンスと通信する動作を示す図。

【図8】

本発明の1つの特徴に従った選択反復復号動作を示す図。

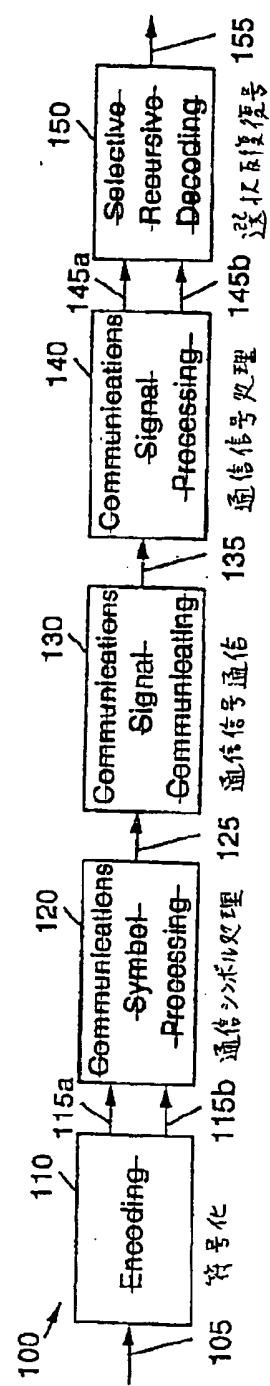
【図9】

本発明の別の特徴に従った選択反復復号動作を示す図。

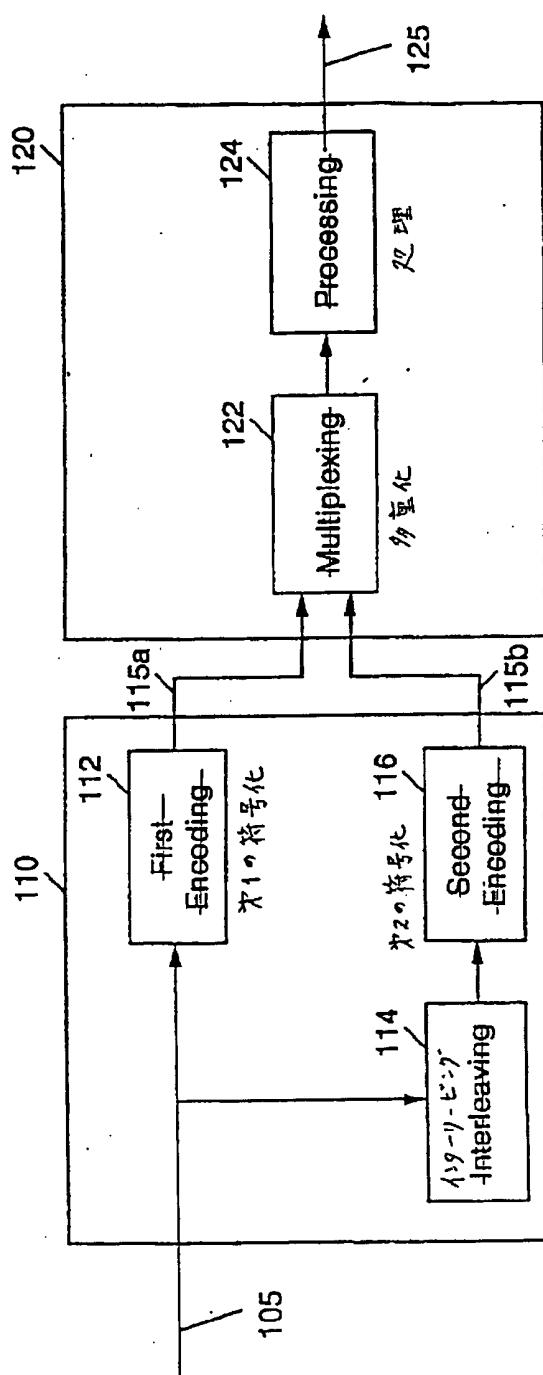
【図10】

本発明の別の特徴に従った組合せ反復および非反復復号動作を示す図。

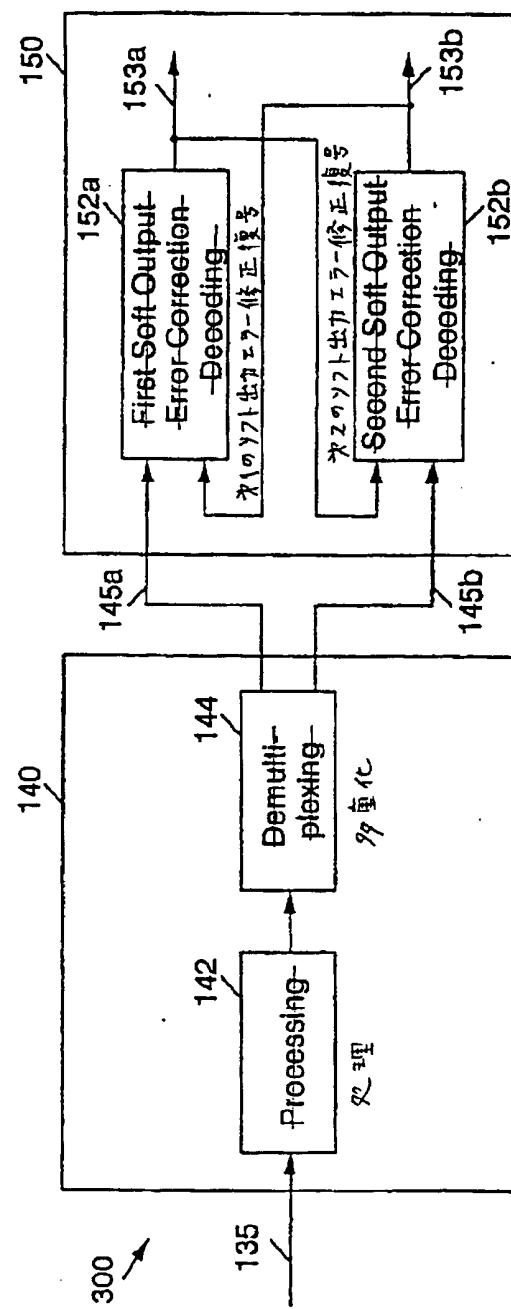
【図1】



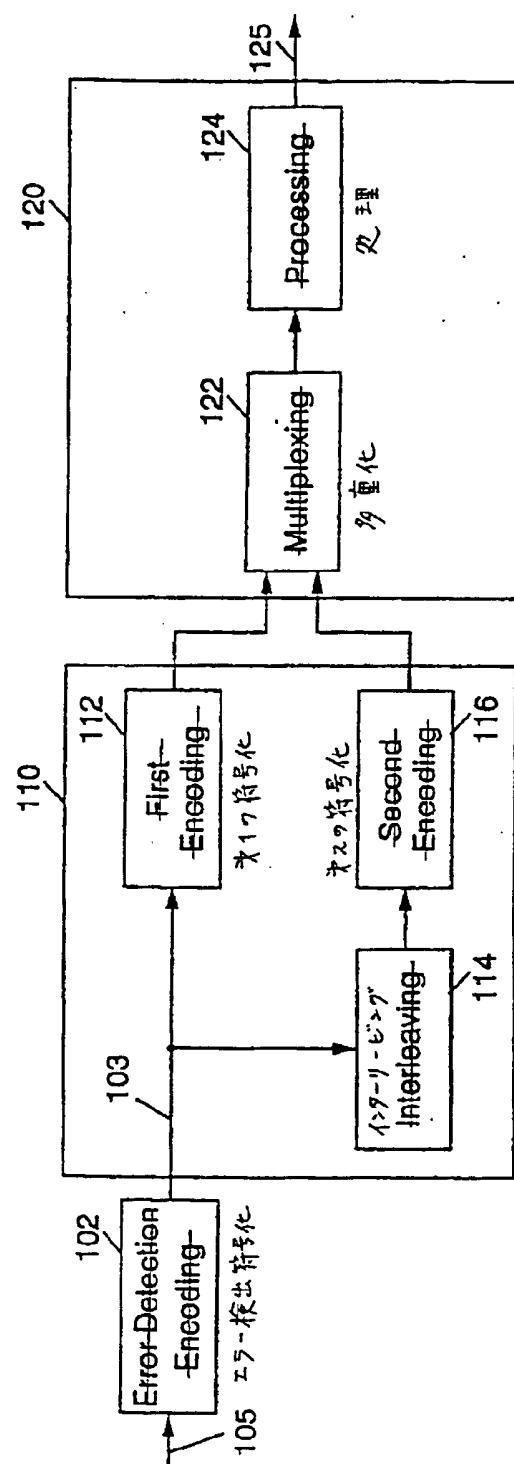
【図2】



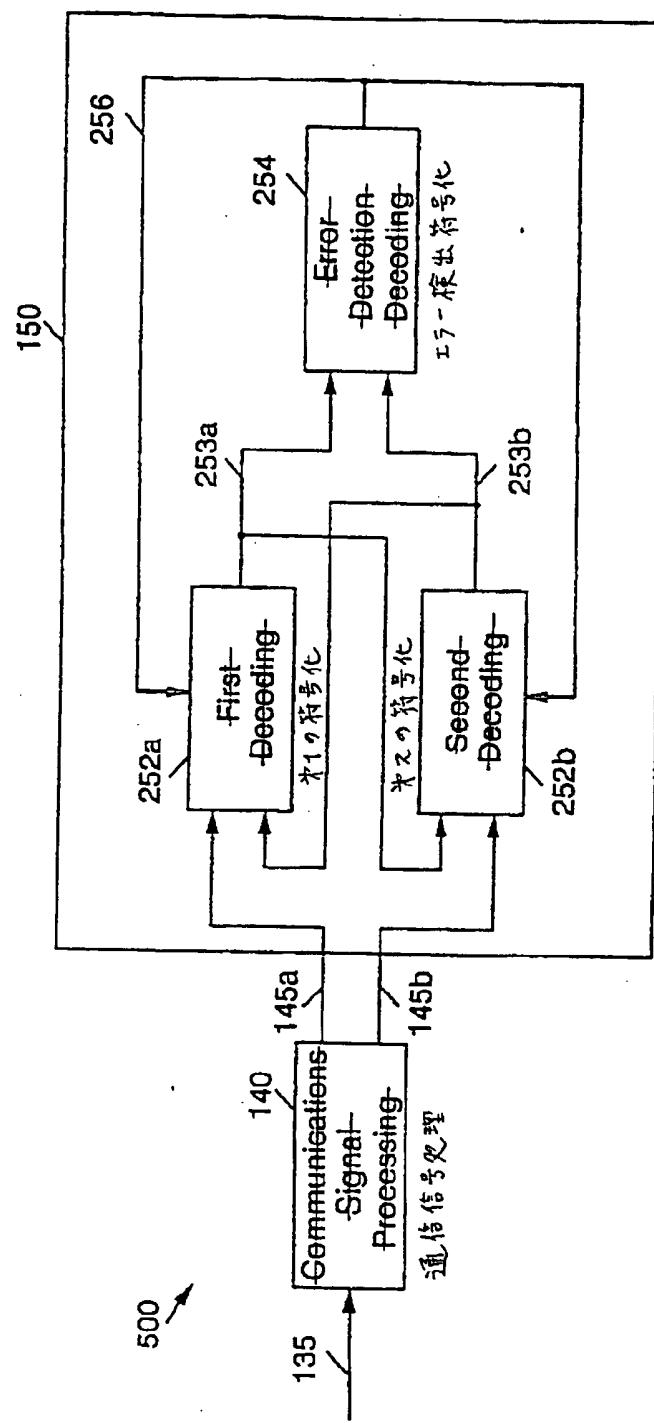
【図3】



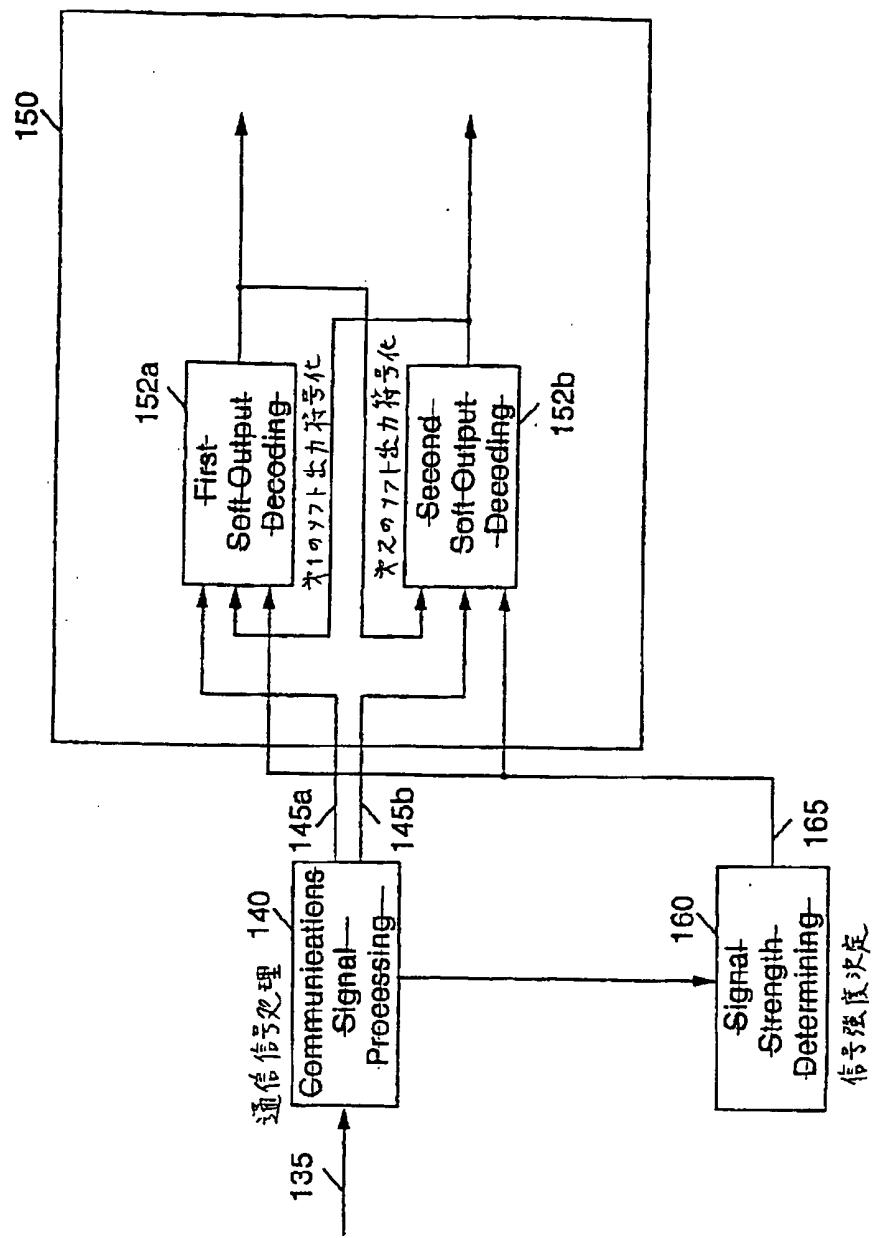
【図4】



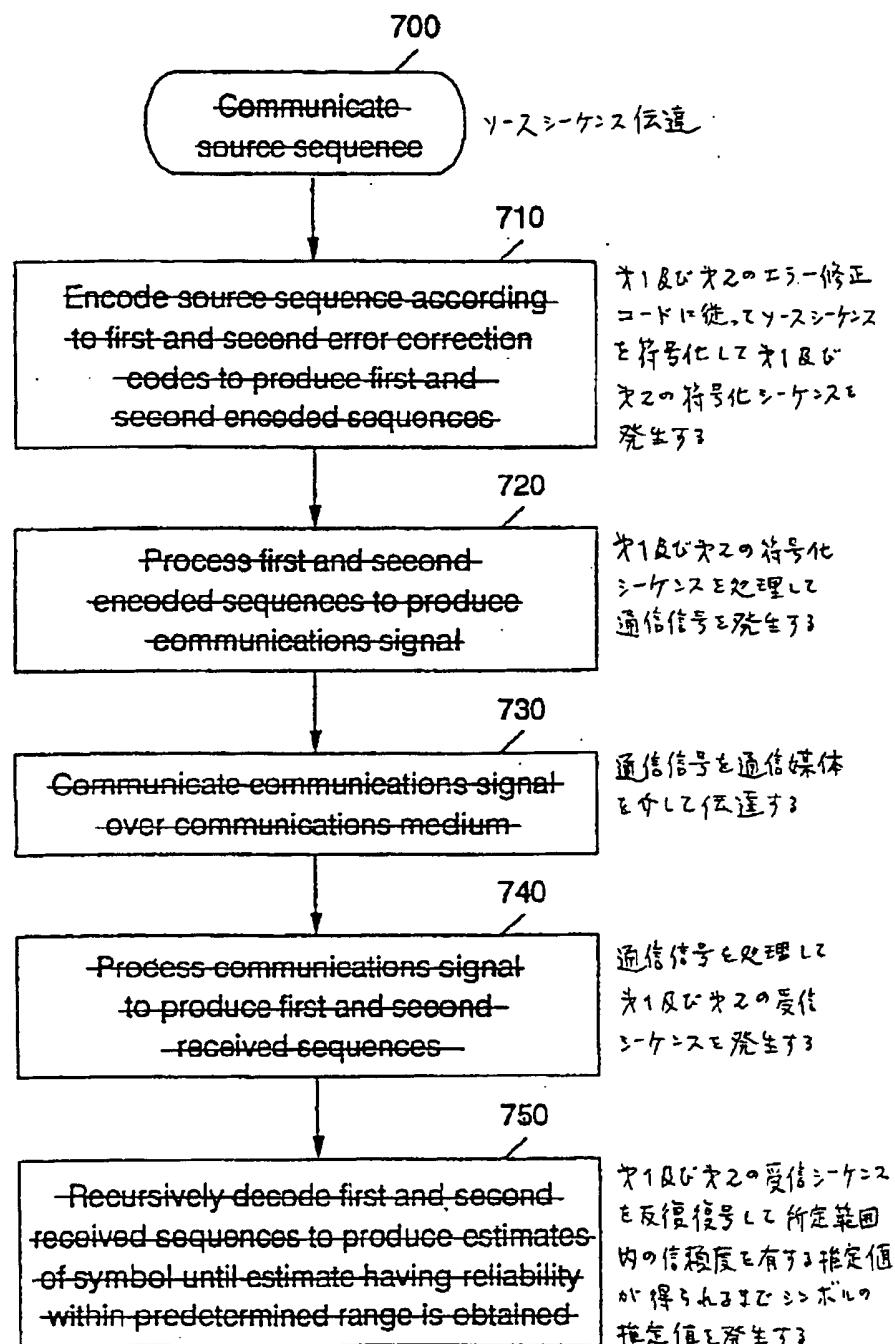
【図5】



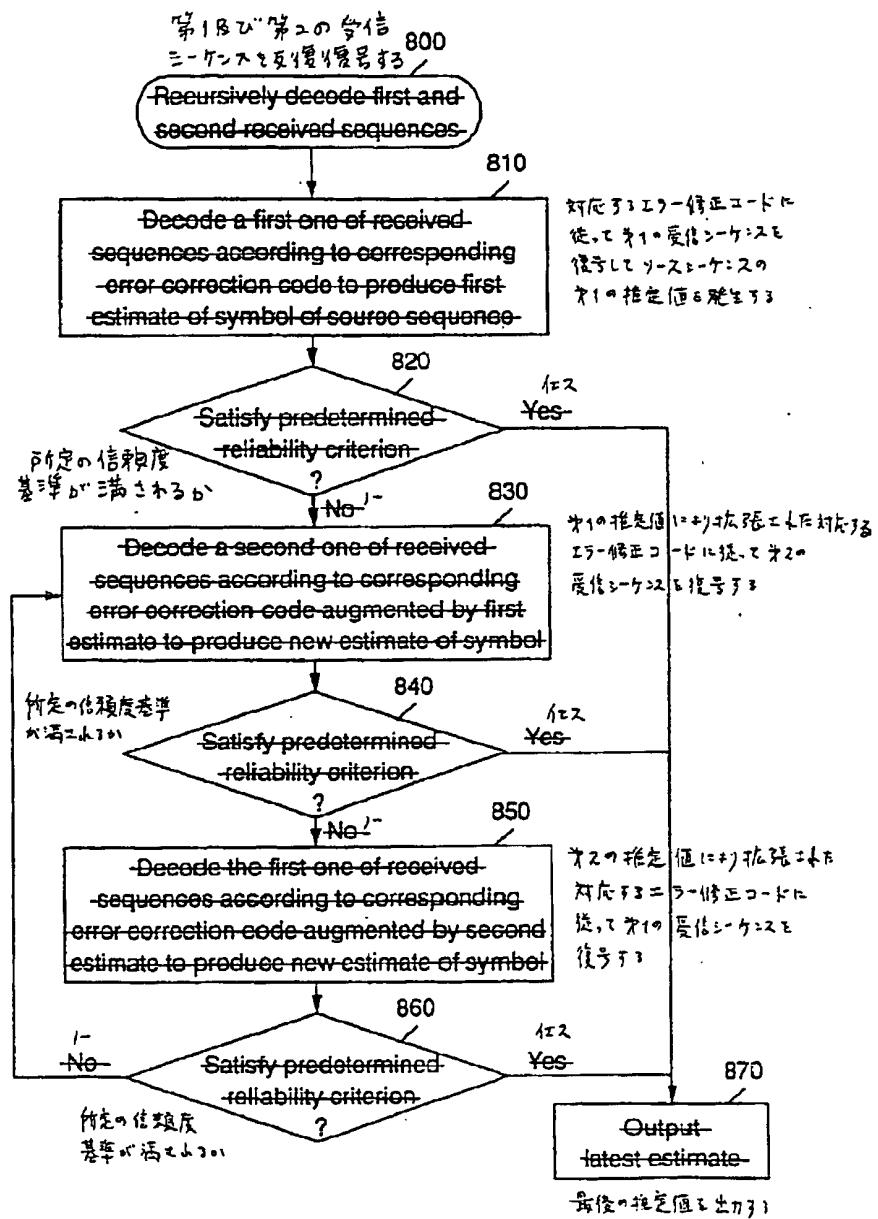
【図6】



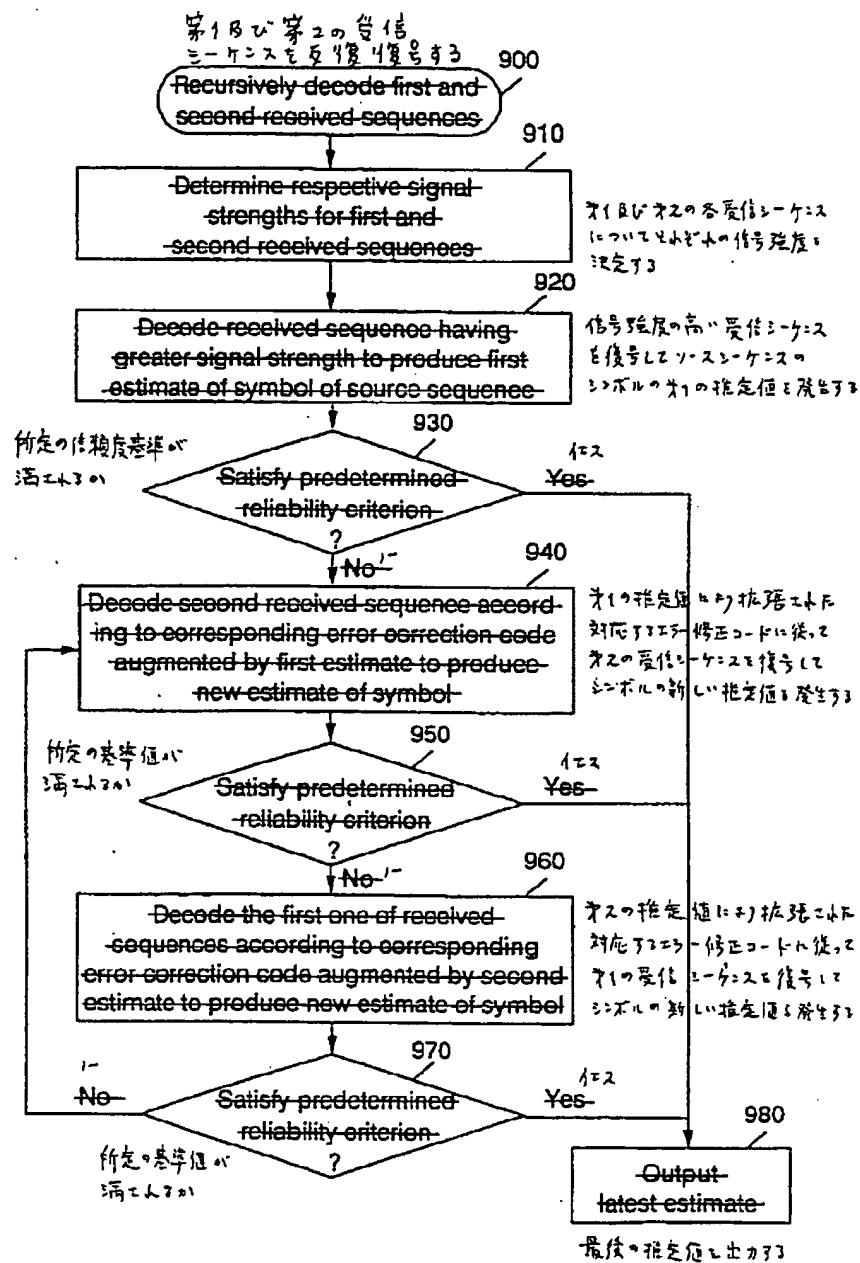
【図7】



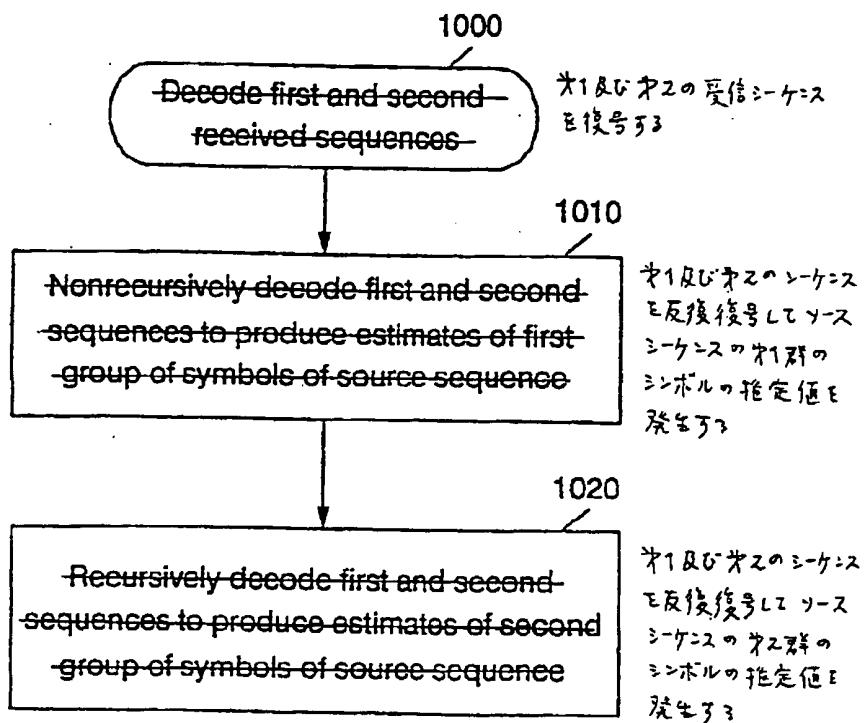
【图8】



【図9】



【図10】



【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成12年2月14日（2000. 2. 14）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信システムであつて、

第1および第2の各エラー修正コードに従つてソースシーケンス（105）を符号化してシンボルのそれぞれ第1および第2の符号化シーケンス（115a, 115b）を発生する符号化手段（110）と、

前記符号化手段に応答して、第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号（125）を発生する通信シンボル処理手段（120）と、

前記通信シンボル処理手段に応答して、通信信号を通信媒体を介して伝達する通信信号通信手段（130）と、

前記通信信号通信手段に応答して、伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンス（145a, 145b）を発生する通信信号処理手段（140）と、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第1および第2のエラー修正コードに従つて第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号して所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるまでソースシーケンスのシンボルの修正推定値を発生する選択反復復号手段（150）とを含み、前記選択反復復号手段は第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する他方により第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの他方を復号して前に発生されたシンボルの推定値により拡張された第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する一方に従つて第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの一方を復号することによりシンボルの修正推定値を発生する通信システム。

【請求項2】 請求項1記載のシステムであって、
前記符号化手段は、
前記第1のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第1の
符号化シーケンスを発生する第1の符号化手段（112）と、
前記第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第2の
符号化シーケンスを発生する第2の符号化手段（116）とを含み、
前記通信シンボル処理手段は、
前記第1および第2の符号化手段に応答して、第1および第2の符号化シーケンスを多重化してシンボルの多重化シーケンスを発生する多重化手段（122）と、
前記多重化手段に応答して多重化シーケンスを処理して通信信号を発生する
手段（124）と、
を含むシステム。

【請求項3】 請求項2記載のシステムであって、前記符号化手段はさらに
ソースシーケンスをインターリーピングしてインターリーブしたソースシーケンスを発生するインターリーピング手段（114）を含み、前記第1および第2の
符号化手段の一方は前記符号化手段に応答してインターリーブしたソースシーケンスを符号化するシステム。

【請求項4】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は

、
第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するパスマトリックを発生する手段と、
前記最尤復号手段に応答して、第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値に関連するパスマトリックの所定の関数が所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、
を含むシステム。

【請求項5】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は

、
第1の受信シーケンスを最大事後（MA）復号してソースシーケンスのシンボ

ルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生する手段と、
前記MAP復号手段に応答して、第2の受信シーケンスを復号して第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であればシンボルの第2の推定値を発生する手段と、
を含むシステム。

【請求項6】 請求項1記載のシステムであって、さらに、関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生する手段を含み、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生するシステム。

【請求項7】 請求項6記載のシステムであって、前記第2群のシンボルにより表現される情報に対する精度は前記第1群のシンボルにより表現される情報に対するものよりも高いシステム。

【請求項8】 請求項7記載のシステムであって、前記ソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第2群のシンボルは第1群のシンボル内に含まれるシンボルよりも上位のシンボルを含むシステム。

【請求項9】 請求項1記載のシステムであって、さらに、エラー検出コードに従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段(102)を含み、

前記符号化手段は前記第1および第2のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第1および第2の符号化シーケンスを発生する手段を含み、

前記選択反復復号手段は、

前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する手段と、

エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する手段(254)と、を含むシステム。

【請求10】 請求項9記載のシステムであって、エラー検出コードは冗長

巡回コード（C R C）を含むシステム。

【請求項11】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含むシステム。

【請求項12】 請求項1記載のシステムであって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定する手段（160）を含むシステム。

【請求項13】 請求項1記載のシステムであって、好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する前記手段はより高い信号強度を有する最初の受信シーケンスを最初に復号する手段を含むシステム。

【請求項14】 請求項1記載のシステムであって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号強度を決定する手段（160）を含むシステム。

【請求項15】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は、

第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する手段と、

ソースシーケンスのシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してシンボルの第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第2の推定値を発生し、シンボルの第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合には所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する手段と、

を含むシステム。

【請求項16】 請求項15記載のシステムであって、前記第1の所定の信頼度基準は前記第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表すシステム。

【請求項17】 請求項1記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を復号してソースシーケンスのシンボルの推定値の信頼度を示すソフト出力を発生するソフト出力復号手段を含むシステム。

【請求項18】 請求項17記載のシステムであって、前記選択反復復号手段は、

前記通信信号処理手段に応答して第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号する第1のソフト出力復号手段（152a）と、

前記通信信号処理手段に応答して第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号する第2のソフト出力復号手段（152b）と、を含み、

前記第1のソフト出力復号手段は前記第2のソフト出力復号手段に応答して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するソフト出力により拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2のソフト出力復号手段は前記第1のソフト出力復号手段に応答して、前記第1のソフト出力復号手段から発生するソフト出力により拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して、前記第2のソフト出力復号手段から発生するシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生するシステム

。 【請求項19】 請求項1記載のシステムであって、さらにエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してエラー検出符号化シーケンスを発生するエラー検出符号化手段（102）を含み、

前記符号化手段は第1および第2のエラー修正コードに従ってエラー検出符号化シーケンスを符号化して第1および第2の符号化シーケンスを発生する手段を含み、

前記選択反復復号手段は、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第1の復号手段（252a）と、

前記通信信号処理手段に応答して、第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第2の復号手段（252b）と、

前記第1および第2の復号手段に応答して前記第1の復号手段もしくは前記第

2の復号手段から発生される推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する
エラー検出復号手段（254）と、を含み、

前記第1の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される
信頼度メトリックにより拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1
の受信シーケンスを復号して、前記第2の復号手段から発生されるシンボルの前
の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発
生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の
推定値を発生し、

前記第2の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される
信頼度メトリックにより拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2
の受信シーケンスを復号して、前記第1の復号手段から発生されるシンボルの前
の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発
生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の
推定値を発生するシステム。

【請求項20】 多重化されて通信信号を発生する第1および第2の各符号化シーケンスを発生する第1および第2の各エラー修正コードに従って符号化されるソースシーケンスを表す通信信号の復号装置であって、該装置は、

伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ
対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンス（145a, 145b）を
発生する通信信号処理手段（140）と、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第1および第2のエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号して所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるまでソースシーケンスのシンボルの修正推定値を発生する選択反復復号手段（150）であって、第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する他方により第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの他方を復号して前に発生されたシンボルの推定値により拡張された第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する一方に従って第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの一方を復号することによりシンボルの修正推定値を発生する選択反復復号手段（150）

と、

を含む装置。

【請求項 21】 請求項 20 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、
第 1 の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第 1 の推定値および関連するパスマトリックを発生する手段と、

前記最尤復号手段に応答して、第 2 の受信シーケンスを復号して第 1 の推定値に関連するパスマトリックの所定の閾値が所定の範囲外であればシンボルの第 2 の推定値を発生する手段と、

を含む装置。

【請求項 22】 請求項 20 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

、
第 1 の受信シーケンスを最大事後 (MAP) 復号してソースシーケンスのシンボルの第 1 の MAP 推定値および関連する信頼度メトリックを発生する手段と、

前記 MAP 復号に応答して、第 2 の受信シーケンスを MAP 復号して MAP 推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であればシンボルの第 2 の推定値を発生する手段と、を含む装置。

【請求項 23】 請求項 20 記載の装置であって、さらに関連するエラー修正コードに従って第 1 および第 2 の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第 1 群のシンボルの推定値を発生する手段を含み、前記選択反復復号手段は第 1 および第 2 の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第 2 群のシンボルの推定値を発生する手段を含む装置。

【請求項 24】 請求項 23 記載の装置であって、前記第 2 群のシンボルにより表現される情報に対する精度は第 1 群のシンボルにより表現される情報に対するものよりも高い装置。

【請求項 25】 請求項 24 記載の装置であって、前記のソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第 2 群のシンボルは第 1 群のシンボルに含まれるシンボルよりも重要なシンボルを含む装置。

。

【請求項 26】 請求項 20 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する手段（252a）と、

エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生する手段（254）と、を含む装置。

【請求項 27】 請求項 26 記載の装置であって、エラー検出コードは冗長巡回コード（CRC）を含む装置。

【請求項 28】 請求項 20 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含む装置。

【請求項 29】 請求項 28 記載の装置であって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定する手段（160）を含む装置。

【請求項 30】 請求項 28 記載の装置であって、好ましい信号特性を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段はより高い信号強度を有する1つの受信シーケンスを最初に復号する手段を含む装置。

【請求項 31】 請求項 30 記載の装置であって、さらに各受信シーケンスについてそれぞれの信号強度を決定する手段（160）を含む装置。

【請求項 32】 請求項 20 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は

第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生する手段と、

ソースシーケンスのシンボルの推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値が第1の所定の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第2の推定値を発生し、かつ所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号してシンボルの第1の推定値が第2の所定の信頼度基準を満たす場合には第2の推定値を発生する手段と、

を含む装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 記載の装置であって、前記第 1 の所定の信頼度基準は前記第 2 の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表す装置。

【請求項 3 4】 請求項 2 0 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は第 1 および第 2 の受信シーケンスの少なくとも一方を復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を示すソフト出力を発生するソフト出力復号手段（1 5 2 a, 1 5 2 b）を含む装置。

【請求項 3 5】 請求項 3 4 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は前記通信信号処理手段に応答して、第 1 のエラー修正コードに従って第 1 の受信シーケンスを復号する第 1 のソフト出力復号手段（1 5 2 a）と、

前記通信信号処理手段に応答して、第 2 のエラー修正コードに従って第 2 の受信シーケンスを復号する第 2 のソフト出力復号手段（1 5 2 b）と、を含み、

前記第 1 のソフト出力復号手段は前記第 2 のソフト出力復号手段に応答して、そこから発生されるソフト出力により拡張された前記第 1 のエラー修正コードに従って第 1 の受信シーケンスを復号して前記第 2 のソフト出力復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第 1 の推定値を発生し、

前記第 2 のソフト出力復号手段は前記第 1 のソフト出力復号手段に応答して、そこから発生されるソフト出力により拡張された前記第 2 のエラー修正コードに従って第 2 の受信シーケンスを復号して前記第 2 のソフト出力復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合にはソースシーケンスのシンボルの第 2 の推定値を発生する装置。

【請求項 3 6】 請求項 2 0 記載の装置であって、前記選択反復復号手段は前記通信信号処理手段に応答して、前記第 1 のエラー修正コードに従って第 1 の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第 1 の復号手段（2 5 2 a）と、

前記通信信号処理手段に応答して、前記第 2 のエラー修正コードに従って第 2 の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生する第

2の復号手段（252b）と、

前記第1および第2の復号手段に応答して、前記第1の復号手段もしくは前記第2の復号手段から発生される推定値を復号してその信頼度メトリックを発生するエラー検出復号手段（254）と、を含み、

前記第1の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して前記第2の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生し、

前記第2の復号手段は前記エラー検出復号手段に応答して、そこから発生される信頼度メトリックにより拡張された前記第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して前記第1の復号手段から発生されるシンボルの前の推定値が所定の信頼度基準を満たさないことを前記エラー検出復号手段から発生される信頼度メトリックが示す場合にはソースシーケンスのシンボルの第2の推定値を発生する装置。

【請求項37】 シンボルのソースシーケンスを通信媒体を介して伝達する方法であって、該方法は、

第1および第2の各エラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化してシンボルの第1および第2の各符号化シーケンスを発生するステップ（710）と、

第1および第2の符号化シーケンスを処理して通信信号を発生するステップ（720）と、

通信信号を通信媒体を介して伝達するステップ（730）と、

伝達された通信信号を処理して第1および第2の符号化シーケンスにそれぞれ対応するシンボルの第1および第2の受信シーケンスを発生するステップ（740）と、

前記第1および第2のエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスを選択的に反復復号して所定の信頼度基準を満たす修正推定値が得られるま

でソースシーケンスのシンボルの修正推定値を発生する選択反復復号ステップ（750）であって、第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する他方により第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの他方を復号して前に発生されたシンボルの推定値により拡張された第1のエラー修正コードもしくは第2のエラー修正コードの対応する一方に従って第1の受信シーケンスもしくは第2の受信シーケンスの一方を復号することによりシンボルの修正推定値が発生されるステップと、

を含む方法。

【請求項38】 請求項37記載の方法であって、

前記符号化ステップは、

第1のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第1の符号化シーケンスを発生するステップ（112）と、

第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生するステップ（116）と、を含み、

第1および第2の符号化シーケンスを処理する前記ステップは、

第1および第2の符号化シーケンスを多重化してシンボルの多重化シーケンスを発生するステップ（122）と、

多重化シーケンスを処理して通信信号を発生するステップ（124）と、を含む方法。

【請求項39】 請求項38記載の方法であって、ソースシーケンスをインターリービングしてインターリープしたソースシーケンスを発生するステップ（114）が第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化する前記ステップに先行し、第2のエラー修正コードに従ってソースシーケンスを符号化する前記ステップはインターリープしたソースシーケンスを符号化して第2の符号化シーケンスを発生するステップを含む方法。

【請求項40】 請求項37記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを最尤復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値および関連するパスマトリックを発生するステップと、

第2の受信シーケンスを復号して第1の推定値に関連するパスメトリックの所定の関数が所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生するステップと、
を含む方法。

【請求項4 1】 請求項3 7記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを最大事後(MA)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生するステップと、

第2の受信シーケンスを復号して第1のMAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であれば第1のシンボルの第2の推定値を発生するステップと、
を含む方法。

【請求項4 2】 請求項3 7記載の方法であって、さらに関連するエラー修正コードに従って第1および第2の受信シーケンスの少なくとも一方を非反復復号してソースシーケンス内の第1群のシンボルの推定値を発生するステップ(1010)を含み、選択的に反復復号する前記ステップは第1および第2の受信シーケンスを反復復号してソースシーケンスの第2群のシンボルの推定値を発生するステップ(1020)を含む方法。

【請求項4 3】 請求項4 2記載の方法であって、前記第2群のシンボルにより表現される情報に対する精度は第1群のシンボルにより表現される情報に対するものよりも高い方法。

【請求項4 4】 請求項4 3記載の方法であって、前記ソースシーケンスは最下位シンボルから最上位シンボルにわたるシンボルを含み、前記第2群のシンボルは第1群のシンボルに含まれるシンボルよりも重要なシンボルを含む方法。

【請求項4 5】 請求項3 7記載の方法であって、
エラー検出コードに従ってソースシーケンスを符号化するステップが前記符号化ステップに先行し、
選択的に反復復号する前記ステップは、

第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生するステップと、

エラー検出コードに従って推定値を復号してその信頼度メトリックを発生するステップと、を含む方法。

【請求項46】 請求項4'5記載の方法であって、エラー検出コードは冗長巡回コード(CRC)を含む方法。

【請求項47】 請求項3'7記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの第1の推定値を発生するステップと、

第1の推定値が第1の信頼度基準を満たす場合にはシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号し、第1の推定値が第2の信頼度基準を満たす場合には所定の基準値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号するステップと、

を含む方法。

【請求項48】 請求項4'7記載の方法であって、第1の所定の信頼度基準は第2の所定の信頼度基準よりも高い信頼度を表す方法。

【請求項49】 請求項3'7記載の方法であって、選択的に反復復号する前記ステップは、

第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号して信頼度を有するソースシーケンスの第1のシンボルの第1の推定値を発生するステップ(920)と、

第1のシンボルの第1の推定値により拡張された第2のエラー修正コードに従って第2の受信シーケンスを復号して、第1のシンボルの第1の推定値が所定の信頼度基準を満たさない場合には第1のシンボルの修正推定値を発生するステップ(940)と、

を含む方法。

【請求項50】 請求項4'9記載の方法であって、第1の受信シーケンスを

復号する前記ステップには関連するエラー修正コードに従って受信シーケンスの1つを復号して、第1のシンボルの第1の推定値が所定の信頼度基準を満たす場合にはソースシーケンスの第2のシンボルの第1の推定値を発生するステップを含む方法。

【請求項51】 請求項49記載の方法であって、第1および第2の受信シーケンスは信号特性を有し、第1の受信シーケンスは好ましい信号特性を有する方法。

【請求項52】 請求項51記載の方法であって、第1および第2の各受信シーケンスについてそれぞれの信号特性を決定するステップ(910)が前記第1の受信シーケンスの復号ステップに先行する方法。

【請求項53】 請求項51記載の方法であって、前記第1の受信シーケンスは第2の受信シーケンスよりも高い信号強度を有する方法。

【請求項54】 請求項52記載の方法であって、第1および第2の各受信シーケンスについてそれぞれ信号強度を決定するステップ(910)が第1の受信シーケンスを復号する前記ステップに先行する方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

エラー制御符号化技術を使用して通信信号に冗長性を導入することができる。ブロックもしくは疊込み符号等の符号で供給される冗長シンボルは符号語セットの語間をさらに“分離”することができ、典型的には符号語セットのどのメンバーが受信したシンボル群に最も類似しているかを決定することにより、符号語セットの語をいつそう容易に区別することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正内容】

【0005】

多くのエラー制御コードが、例えば、個別のシンボルにランダム分散式に影響を及ぼすエラー等のランダムエラーを修正するのに有効であり、他のエラー制御コードは、例えば、いくつかの連続シンボルにわたって持続するエラー等のいわゆる“バースト”エラーを補償するのに有効である。バーストエラーを補償するために、多くのシステムがストリーム内でシンボルを再順序付けするインターリーピングを利用しており、例えば、シンボルストリームをロー単位で格納し格納されたシンボルをカラム単位で検索するデバイスを使用してバーストエラーがよりランダムに分散されるようにしたり、デバイスから検索されたシーケンスがオリジナル入力シーケンスの再順序付けを表したりするようにされる。ペルー等の米国特許第5, 446, 747号に記載されているように、ランダムおよびバーストエラーと戦うために、システムはランダムエラー修正符号化とインターリーピング、例えば、2進疊込みコードとインターリーバのカスケード、もしくはいわゆる“ターボコーディング”方式を利用することができる。典型的に、ターボコーディング方式はソースデータストリームを符号化する第1のコードおよびソースデータストリームのインターリーブしたバージョンを符号化する第2のコードを利用して第1および第2の符号化したストリームを発生し、それは多重化されチャネルを介して伝達される。典型的に、受信データストリームは第1および第2のコードを利用する第1および第2のデコーダによりデマルチブレクされデコードされ、適切なインターリーピングおよびデインターリーピングにより、一方のデコーダの出力は他方のデコーダがデマルチブレクスしたシーケンスを反復デコードするのを助けるために使用される。ハグナウア等の米国特許第5, 761, 248号（EPO755122の写し）にはこのような多次元復号システムの動作に使用できる適応中断システムが記載されている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

ターボコーディング等の技術はチャネルを介して伝達される情報のエラーレートを低減するのに一般的に有効ではあるが、従来の復号方式はさまざまなチャネル条件の元で受信情報を最適に復号しないことがある。ターボコーディングは電力効率を改善することができるが、有利なチャネル条件の元では不要にできる複雑な計算を伴うことがある。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. serial Application No
PCT/US 98/16731A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04L1/00 H03M13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H04L H03M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation or document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>EP 0 755 122 A (SIEMENS AG) 22 January 1997</p> <p>see abstract see page 2, line 15 - line 21 see page 2, line 37 - line 51 see page 3, line 49 - line 56 see figures 1,2</p> <p>US 5 446 747 A (BERROU CLAUDE) 29 August 1995 cited in the application</p> <p>see abstract see column 3, line 15 - line 25 see column 4, line 49 - column 5, line 8 see column 6, line 36 - line 52 see figures 1,2,4</p> <p>---</p>	1-3,17, 20,34, 35, 37-39,49
A		1-4,17, 20, 37-39,49

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"K" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"R" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

14 January 1999

Date of mailing of the International search report

01/02/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. 8016 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2940, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+31-70) 340-3046

Authorized officer

Langinieux, F

2

Form PCT/ISA210 (second sheet) (July 1992)

page 1 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Appl. No.
PCT/US 98/16731

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 749 211 A (SIEMENS AG) 18 December 1996 see column 1, line 19 - line 23 see column 1, line 46 - line 48 see column 3, line 9 - line 15 see column 3, line 48 - line 53 see column 4, line 37 - column 5, line 22 see figures 1,2 -----	1-3, 5, 17, 20, 37-39, 49
2		

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l. Appl. No.
PCT/US 98/16731

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0755122 A	22-01-1997	DE 19526416 A	23-01-1997	
		US 5761248 A	02-06-1998	
US 5446747 A	29-08-1995	FR 2675971 A	30-10-1992	
		DE 69215743 D	23-01-1997	
		DE 69215743 T	10-07-1997	
		EP 0511141 A	28-10-1992	
		EP 0735696 A	02-10-1996	
EP 0749211 A	18-12-1996	US 5729560 A		17-03-1998

Form PCT/ISA210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 ハッサン、アメル、エイ
アメリカ合衆国 ワシントン、カーランド、エヌ、イー、ワンハンドレッドアンドセブンス プレース 12623

Fターム(参考) 5J065 AA03 AC02 AD04 AG05 AG06

AH07

5K014 BA06 EA00 FA16 HA01 HA05

HA10

【要約の続き】

復号することができる。同様に、受信シーケンスは第1の受信シーケンスを最大事後(MAP)復号してソースシーケンスのシンボルの第1のMAP推定値および関連する信頼度メトリックを発生し、MAP推定値に関連する信頼度メトリックが所定の範囲外であれば第2の受信シーケンスを復号して第1のシンボルの第2の推定値を発生することにより選択的に復号することができる。エラー検出コード、例えば、CRCに従ったソースシーケンスの符号化を第1および第2のエラー修正コードに従ったソースシーケンスの符号化に先行させることができ、選択反復復号は第1のエラー修正コードに従って第1の受信シーケンスを復号してソースシーケンスのシンボルの推定値を発生し、次にエラー検出コードに従って推定値を復号して推定値に対する信頼度メトリックを発生することを含むことができる。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.